Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Алиев Ахлиман Эльмар оглы

Разработка и исследование системы управления электроприводом стабилизации скорости с восстановлением управляемой координаты

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2023

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель	Кандидат технических наук, доцент кафедры ЭПАПУ Егоров Владислав Алексеевич
Рецензент	Кандидат технических наук, Бакаев Виктор Викторович

Защита состоится «3» марта 2023 года в 9 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 27 февраля 2023 г.

Секретарь ГЭК А. В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Любое современное высокотехнологичное производство не может обойтись без прецизионной приводной техники. В случаях, когда требуется высокоточное и глубокое регулирование скорости или прецизионное позиционирование рабочего органа машины, следует использовать регулируемый электропривод на основе синхронной машины. В связи с этим, исследование и разработка системы управления синхронным электроприводом стабилизации скорости с восстановлением регулируемой координаты является актуальной задачей.

Одной из задач, решаемой при помощи систем управления электроприводами, является необходимость высокоточного и глубокого регулирования скорости вращения электродвигателя. Для этих целей обычно используется система управления, основанная на использовании датчиков обратной связи. Однако, применение датчиков при массовом производстве систем стабилизации скорости может оказаться не рентабельным из-за высокой стоимости датчиков, сложности их монтажа, а также необходимости проведения регулярного техобслуживания приводной техники. Поэтому актуальной является разработка систем автоматизированного электропривода, которые бы не имели перечисленных недостатков.

Бездатчиковая система управления синхронным электроприводом стабилизации скорости может быть построена с использованием наблюдающего устройства. Он осуществляет оценку скорости вращения на основе измерения фазных токов электродвигателя. Это позволяет сократить затраты на оборудование, а также повысить надежность систем электропривода при незначительном ухудшении качества регулирования.

Материалы диссертационной работы могут быть использованы при проектировании автоматизированных систем электропривода на основе синхронной машины.

Объектом исследования является система стабилизации скорости на основе синхронной машины с наблюдающим устройством, восстанавливающим регулируемую координату.

Предметом исследования является восстановление и стабилизация задания координаты скорости синхронной машины с применением наблюдающих устройств.

Целью исследования является поиск структурных решений для организации системы стабилизации скорости на основе синхронного электродвигателя с восстановлением скорости при помощи наблюдающего устройства. Такое устройство должно быть построено на основе математической модели синхронной машины, и использовать измеряемые координаты для восстановления неизмеряемых. В качестве измеряемых координат следует использовать фазные токи статора синхронной машины. Восстановленной координатой наблюдателя будет являться скорость синхронной машины.

В данном случае, исследуется структурная организация системы управления регулирования скорости, а также возможность восстановления управляемой координаты в случае возникновения возмущений.

Методы исследования

– Методы теории управления для синтеза вариантов реализации системы автоматизированного электропривода;

– Математическое моделирование для проверки теоретических расчетов и анализа динамических характеристик системы управления электроприводом.

К защите представляются следующие основные положения

1. Векторно-матричная модель для линеаризованной синхронной машины, используемая для синтеза системы управления при помощи теории модального управления и наблюдающих устройств;

2. Условия применимости векторно-матричной модели синхронной машины для расчета систем электропривода;

3. Структурная организация системы стабилизации скорости на основе синхронной машины с восстановлением управляемой координаты при помощи наблюдателя. А именно:

- придание астатизма по возмущению контуру регулирования скорости (например, за счет настройки регулятора скорости на симметричный оптимум);

- использование для восстановления скорости астатического наблюдающего устройства.

4. Результаты моделирования.

Научная новизна.

1. Получена векторно-матричная модель синхронной машины для расчета систем электропривода;

2. Предложена структурная организация системы стабилизации скорости на основе синхронной машины с восстановлением скорости при помощи наблюдающего устройства, позволяющая реализовать бездатчиковую систему стабилизации скорости вала двигателя.

Практическая ценность и реализация.

Предложенные технические решения позволяют упростить и удешевить реализацию бездатчиковой системы стабилизации скорости при приемлемом качестве регулирования.

Публикации.

По результатам диссертационной работы выполнены две публикации в научно-технических журналах «Научно-технический вестник Поволжья» и «Актуальные исследования».

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 35 наименований. Работа изложена на 90 страницах и содержит 62 рисунка.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ведении обосновывается актуальность темы, формируется цель диссертационной работы.

В первой главе представлен обзор технических решений для синтеза системы регулирования скоростью двигателей постоянного тока и синхронных машин с восстановлением управляемой координаты. Приведены математические выкладки, применяемые при синтезе наблюдающих устройств, и результаты исследований.

Во второй главе приведено математическое описание электромеханической части системы. Описаны условия, необходимые для линеаризации модели синхронной машины, используемой в дальнейшем для выполнения расчетов системы стабилизации скорости. Приведено описание векторно-матричной модели синхронной машины, используемой при синтезе системы управления и наблюдающих устройств, необходимых для организации скоростной системы. Приведены расчеты:

– контуров скорости с настройкой на технические оптимумы;

– статического наблюдающего устройства полного порядка для восстановления скорости, по току оси q синхронной машины;

– статического редуцированного наблюдателя для восстановления скорости, по току оси q синхронной машины;

– астатического наблюдающего устройства полного порядка для восстановления скорости, по току оси q синхронной машины.

В третьей главе представлены результаты моделирования вариантов структурной организации бездатчиковой системы стабилизации скорости с синхронной машиной.

Выполнено моделирование:

– контуров скорости с настройкой на технические оптимумы;

– контуров скорости с настройкой на технические оптимумы и восстановлением скорости при помощи статического наблюдающего устройства полного порядка;

– контуров скорости с настройкой на технические оптимумы и восстановлением скорости при помощи статического редуцированного наблюдателя;

– контуров скорости с настройкой на технические оптимумы и восстановлением скорости при помощи астатического наблюдающего устройства полного порядка.

На основании результатов моделирования сделано заключение о наилучшей структурной организации бездатчиковой системы стабилизации скорости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения диссертационной работы были получены следующие результаты:

1. Приведен обзор технических решений для синтеза системы управления электроприводом стабилизации скорости с восстановлением регулируемой координаты.

2. Получена векторно-матричная модель для линеаризованной синхронной машины, используемой для синтеза системы управления при помощи теории модального управления и наблюдающих устройств;

3. В результате моделирования показана адекватность предлагаемой векторно-матричной модели синхронной машины путем сравнения переходных характеристик систем на основе упрощенной и полной модели синхронной машины.

4. Сформулированы условия применимости векторно-матричной модели синхронной машины для расчета систем электропривода;

5. Получена структура системы стабилизации скорости на основе синхронной машины с восстановлением управляемой координаты при помощи наблюдателя, позволяющая строить бездатчиковые системы стабилизации скорости. Структура системы должна удовлетворять следующим требованиям:

– наличие астатизма по возмущению у контура регулирования скорости (например, за счет настройки регулятора скорости на симметричный оптимум);

– применение для восстановления скорости астатического наблюдающего устройства.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1 Алиев, А. Э. Векторно-матричная модель синхронной машины / А. Э. Алиев // Научно-технический вестник Поволжья № 3, 2023. с. 40-43. https://ntvprt.ru/ru/archive-vypuskov Выпуск №3 2023.

2 Алиев, А. Э. Система стабилизации скорости на основе синхронной машины с восстановлением управляемой координаты / А. Э. Алиев // Актуальные исследования № 7, 2023. с. 13-17. https://apni.ru/magazine/137 Выпуск 137.